

PERANCANGAN CHAMBER DENGAN SUHU TERKONDISI UNTUK FREKUENSI STANDAR PADA KESTABILAN MENCAPAI $4,6 \times 10^{-15}$

The Chamber Plan with Temperature Conditioned of the Standard Frequency with It Stability Up to $4,6 \times 10^{-15}$

Hadi Sardjono, Boynawan, Ratnaningsih, Lukluk

Laboratorium Metrologi Kelistrikan, Puslit KIM - LIPI, Cisaug, Cisaug, Tangerang – Banten
e-mail: sar_djono@yahoo.com

Diajukan: 3 Maret 2011, Dinilakan: 8 Maret 2011, Diterima: 6 April 2011

Abstrak

Cesium beam dan Hydrogen Maser adalah dua tipe pembangkit frekuensi yang ditetapkan sebagai standar nasional oleh laboratorium metrologi Kelistrikan Puslit KIM-LIPI. Ketelitian besaran frekuensi ini terjaga oleh proses perbandingan UTC-UTC (KIM) dibawah koordinasi sebuah lembaga metrologi Internasional BIPM (Bureau International des Poids et Mesures). Berdasarkan proses perbandingan selama 9 bulan telah terbentuk sebuah karakteristik kestabilan frekuensi melalui sebuah grafik suhu ruang versus kesalahan frekuensi relatif, sehingga diperoleh rentang suhu ruang optimum pada kesalahan relatif minimal mencapai $4,6 \times 10^{-15}$ Hz/Hz. Pencapaian kesalahan frekuensi relatif ini dapat dipelihara dengan pembangunan sebuah ruangan dengan kondisi suhu ruang yang stabil pada $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Kata kunci: suhu kamar, standar frekuensi standar, standar waktu, interkomparasi, kesalahan frekuensi relatif

Abstract

Cesium beam and Hydrogen Maser are two types of frequency generator that is declared as the national standard by electrical metrology laboratory of Puslit KIM-LIPI. The accuracy of this standard frequency was maintained by a comparison process of UTC-UTC (KIM) under an International Metrology Institute of BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) coordination. Based on the comparison process of nine months forms a frequency stability characteristic through a room temperature versus relative frequency error with the result that an optimum room temperature on the minimum relative frequency error up to $4,6 \times 10^{-15}$ Hz/Hz. These relative error achievement can be maintained by an establishment of chamber with a stable room temperature up to $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Keywords: room temperature, frequency standard, time standard, intercomparison, relative frequency error

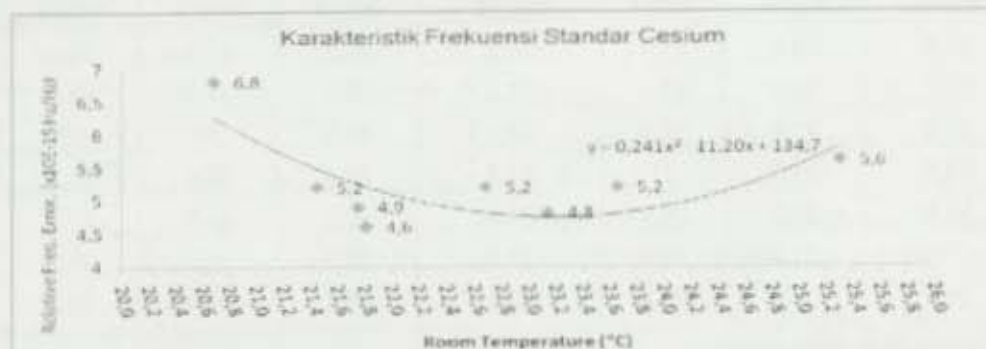
1. PENDAHULUAN

UTC (Waktu Universal Terkoordinasi atau Coordinated Universal Time) yang terjaga BIPM adalah skala waktu yang membentuk basis pendesiminasian terkoordinasi sinyal frekuensi dan waktu. Skala waktu diselarasakan dengan penyisipan "leap seconds" untuk menjamin kedekatan mufakat dengan pewaktu yang berasal dari perotasi bumi. Leap seconds ini disisipkan pada penunjukan Perotasi Bumi Internasional dan Pelayanan Sistem Acuan (International Earth Rotation and Reference Systems Service – IERS). Perealisasi fisik UTC-UTC (KIM) terjaga di Lembaga Metrologi Nasional Puslit KIM – LIPI sebagai observator (pengamat) yang ikut andil data pewaktu (clock) di BIPM.

Secara operasional, di dalam proses sistem pemeliharaan nilai standar frekuensi yang berdasarkan UTC-UTC (KIM) tersebut dapat dibagi menjadi dua bagian utama yaitu bagian

sistem transmisi dan bagian sistem frekuensi standar (lihat Gambar 2). Bagian sistem frekuensi standar yang terdiri dari 3 buah Cesium Primary Frequency Standard dan sebuah Hydrogen Maser terletak di ruangan Laboratorium Metrologi Time & Frekuensi (Kelistrikan) Puslit KIM-LIPI. Sistem pengukuran frekuensi standar ini mampu membangkitkan frekuensi standar dengan spesifikasi teknis kestabilan frekuensi mencapai $< 10^{-14}$.

Salah satu variabel kondisi yang secara pasti ikut andil dalam proses penjagaan kemantapan UTC-UTC (KIM) adalah kondisi suhu ruang. Walaupun ruang pembangkit frekuensi standar telah terkondisi cukup baik namun pada kenyataannya masih bersifat moderat karena pengkondisian yang dihasilkan masih belum terjaga secara berkesinambungan. Kegagalan proses pengkondisian ruang tersebut pada dasarnya ditimbulkan oleh kegagalan suplai suhu atau listrik sehingga tidak bisa mencapai suhu pada spesifikasi teknis yang



Gambar 15 Kestabilan Frekuensi Standar Puslit KIM – LIPI vs Perubahan Suhu Ruang

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa yang telah diuraikan diatas, dapat disimpulkan bahwa pembangunan berupa ruang *chamber* untuk standar frekuensi berbasis cesium dan *Hydrogen Maser* wajib direalisasikan mengingat kondisi suhu ruang yang sudah ada kini bersifat terpusat (*central air conditioner*). Tim peneliti mengucapkan terimakasih atas dukungan penuh dari pihak manajemen Puslit. KIM-LIPI dan jajarannya sehingga kegiatan penelitian ini dapat diselesaikan melalui sebuah program DIKTI 2010. Karakterisasi frekuensi standar berbasis cesium telah dilakukan pada ruang waktu dari bulan Januari sampai dengan September 2010 melalui proses komparasi antar beberapa negara anggota komite waktu & frekuensi dibawah koordinasi BIPM. Optimalisasi kestabilan frekuensi standar ini dapat diperoleh berdasarkan kesalahan frekuensi sebesar $4,8 \times 10^{-13}$ Hz/Hz dengan ketelitian 3,0 ns pada kestabilan suhu ruang *chamber* sebesar $(32 \pm 1)^{\circ}\text{C}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Operating and Programming Manual HP 5071A Primary Frequency Standard*.
- Anonim. *Instruction Manual Hydrogen Maser OSA 3500*.
- Araki, M. *Control Systems, Robotics and Automation*. Vol. II, PID Control. Kyoto University, Japan.
- D. C. McCollum, Jr., Silsbee, Henry., (1962). *Specific Heats of Rubidium and Cesium between 1.3 and 12°K*. Phys. Rev. 127, 119–120.
- Galison, Peter. (2003). *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps: Empires of Time*. New York: W.W. Norton & Company.
- Liang, Y.L. (2009). *Controlling Fuel Annealer Using Computational Verb PID Controllers*. *Proceedings of the 3rd International Conference on Anti-Counterfeiting, Security, and Identification in Communication (IEEE)*: 417–420.
- Yang, T. (2005). *Architectures of Computational Verb Controllers: Towards a New Paradigm of Intelligent Control*. *International Journal of Computational Cognition* 3 (2): 74–101.